

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-71250

(P2001-71250A)

(43)公開日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(51)IntCl.⁷

B 24 B 21/00
21/08
37/00

識別記号

F I

テマコート(参考)

B 24 B 21/00
21/08
37/00

Z
B
C

H 01 L 21/304

6 2 1

H 01 L 21/304

6 2 1 B

審査請求 未請求 請求項の数16 OL 外国語出願 (全33頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-208589(P2000-208589)

(71)出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド

APPLIED MATERIALS, I

NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050

(72)発明者 ジョン エム. ホワイト

アメリカ合衆国, カリフォルニア州,

ハイワード, コロニー ヴュー ブレイ
ス 2811

(74)代理人 100088155

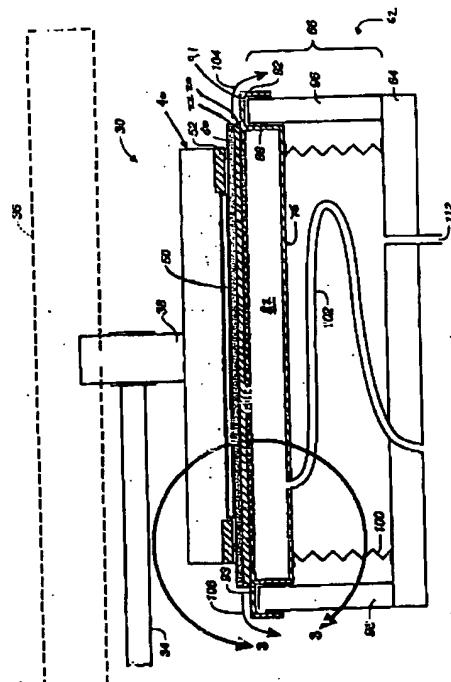
弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 固定研磨ベルトポリッシャ

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 固定研磨ベルトを使用して基板を化学的機械的に研磨する装置及び方法に関する。

【解決手段】 化学的機械的研磨装置は、基板を保持するための基板ホルダ、連続した研磨ベルト60、及び裏当て部材62を有する。研磨ベルトは、固定研磨ポリッシング材料で形成され第1の面を有する第1の層22と、可撓膜材料で形成され第2の面を有する第2の層20を有する。ベルトは、使用中はベルトの第1の面が、膜が基板に対してほぼ直線状の経路で第1の方向に移動している間基板ホルダにより保持された基板の少なくとも1部に接触するように構成されている。裏当て部材は、膜の第2の面に配置されている。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を保持するための基板ホルダと、固定研磨ポリッキング材料で形成され第1の面を有する第1の層と、可撓膜材料で形成され第2の面を有する第2の層を有する連続している研磨ベルトであって、使用中は前記ベルトの前記第1の面は、前記膜が基板に対してほぼ直線状の経路で第1の方向に移動している間基板ホルダにより保持された基板の少なくとも1部に接触するように、前記ベルトが構成されている連続した研磨ベルトと、
前記膜の前記第2の面上に位置する裏当て部材を有する化学的機械的研磨装置。

【請求項2】 前記基板と前記ベルトの前記第1の面を圧迫し、研磨するために相互に接触させるためのアクチュエータを更に有する請求項1記載の装置。

【請求項3】 膜裏当て部材は、前記可撓性の研磨膜と接触する請求項2記載の装置。

【請求項4】 膜裏当て部材と前記研磨ベルトの間に流体層が介在する請求項2記載の装置。

【請求項5】 前記ベルトは、前記基板ホルダと少なくとも同じ広さの幅を有する請求項1記載の装置。

【請求項6】 前記ベルトは、2個のプーリの周りを循環する請求項1記載の装置。

【請求項7】 前記ベルトは、3個のプーリの周りを循環する請求項1記載の装置。

【請求項8】 前記ベルトは、4個以上のプーリの周りを循環する請求項1記載の装置。

【請求項9】 前記可撓膜は、非含浸ポリエチル材料で形成されている請求項1記載の装置。

【請求項10】 前記固定研磨材料は、結合材の中に埋め込まれている研磨粒子で形成されている請求項1記載の装置。

【請求項11】 前記第1の層は前記第2の層の外部表面に係合され、前記ベルトの前記第1の面は前記ベルトの前記外部表面である請求項1記載の装置。

【請求項12】 前記第1の層は前記第2の層の内部表面に係合され、前記ベルトの前記第1の面は前記ベルトの前記内部表面である請求項1記載の装置。

【請求項13】 前記ベルトは、同時に2個の基板を研磨するために十分に広い請求項1記載の装置。

【請求項14】 研磨剤を含まない研磨液を、前記研磨ベルトの前記第1の面に散布するためのディスペンサを更に有する請求項1記載の装置。

【請求項15】 可撓膜材料で形成され第2の面を有する第2の層を有する連続した研磨ベルト内の固定研磨ポリッキング材料で形成された第1の層の第1の面と接触して基板の少なくとも1部を保持することと、前記基板に対してほぼ直線状の経路で前記連続したベルトを第1の方向に動かすことを含む化学的機械的研磨方法。

【請求項16】 研磨剤を含まない研磨液を、前記連続した研磨ベルトの前記第1の面に供給することを更に含む請求項15記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【関連出願の記載】本出願は、1999年7月7日出願の係属中の米国仮特許出願番号第60/143,206号に対して、米国特許法119条(e)項によって優先権を主張し、その全体が参考文献として本明細書に含まれる。

【0002】

【発明の背景】本発明は化学的機械的研磨に関する。詳しくは、本発明は固定研磨ベルトを使用して基板を化学的機械的に研磨する装置及び方法に関する。

【0003】化学的機械的研磨は、半導体及び他の形式の基板を平坦化する、即ち研磨する方法である。基板上にデバイスを製作する特定の段階において、次の処理を実行する前に、基板表面の研磨が必要になることがある。研磨を行うために基板の表面に適合したポリッキングパッドを通過させる研磨プロセスは、一般に機械的研磨と呼ばれている。機械的研磨は化学的に活性的な研磨液を使用して行うこともできる。化学的に活性的な研磨液は、実現可能な機械的研磨よりも高い材料除去率と半導体基板の膜の間の高い化学的選択性を通常備えている。化学的研磨液が機械的研磨と組み合わせて使用されるとき、そのプロセスは一般に化学的機械的研磨、或いはCMPと呼ばれる。

【0004】従来技術によるCMPプロセスは、その上にスラリーが送られるポリッキングパッドを有する大きくて重い回転プラテンを通常有している。スラリーは、例えばアルカリ性或いは酸性の化学溶液中にコロイド粒子を含んでいる。基板は、ポリッキングヘッド或いはキャリアにより研磨プラテンに対して保持されている。基板は回転され、ポリッキングパッドに押し付けられる。

【0005】CMPにおける基板からの材料除去率は、特に、除去される膜の材料の特性、スラリー中に使用される化学薬品及び研磨材、ポリッキングパッド/基板の接触部分における表面圧及び基板とポリッキングパッドの間の正味の動き(net motion)を含む幾つかの要因に依存している。一般的には、ポリッキングパッドに接触している基板の領域における表面圧と正味の動きが高いほど、基板からの材料除去率は大きい。

【0006】

【発明の概要】1つの態様において、本発明は化学的機械的研磨装置に重点を置いている。本装置は、基板を保持するための基板ホルダ、連続した研磨ベルト、及び裏当て部材を有する。研磨ベルトは、固定研磨ポリッキング材料で形成され第1の面を有する第1の層と、可撓膜材料で形成され第2の面を有する第2の層を有する。ベルトは、膜が基板に対してほぼ直線状の経路で第1の方

向に移動している間、使用中はベルトの第1の面が基板ホルダにより保持された基板の少なくとも1部に接触するように、構成されている。裏当て部材は、膜の第2の面に配置されている。

【0007】本発明の実施例は、次の特徴の1つ以上を含むことができる。アクチュエータは、基板とベルトの第1の面を圧迫し、研磨するために相互に接触させることができ。膜裏当て部材は可撓性の研磨膜に接触することができ、或いは、膜裏当て部材と研磨ベルトの間に流体層が介在することができる。ベルトは基板ホルダと少なくとも同じ幅とすることができます、同時に2個の基板を研磨するために十分な幅とすることができます。ベルトは、2個、3個、或いは4個以上のペリの周りを循環することができる。可撓膜は非含浸ポリエステル材料で形成することができ、固定研磨材料は結合材の中に埋め込まれた研磨粒子で形成することができる。第1の層は第2の層の外部表面と係合することができ、ベルトの第1の面はベルトの外部表面とすることができます。第1の層は第2の層の内部表面と係合することができ、ベルトの第1の面はベルトの内部表面とすることができます。ディスペンサは、研磨ベルトの第1の面に研磨剤を含まない研磨液を散布することができる。

【0008】他の態様において、本発明は化学的機械的研磨の方法に重点を置いている。本方法において、基板の少なくとも1部は、連続した研磨ベルト内の固定研磨ポリッキング材料で形成された第1の層の第1の面と接触して保持される。研磨ベルトは、可撓膜材料で形成され第2の面を有する第2の層を更に有する。連続したベルトは、基板に対してほぼ直線状の経路で第1の方向に動かされる。

【0009】本発明の実施例は、次の特徴の1つ以上を含むことができる。研磨剤を含まない研磨液は、連続した研磨ベルトの第1の面に供給することができる。

【0010】本発明の1つ以上の実施例の詳細を添付図面及び以下の説明に詳述する。本発明の他の特徴、目的及び利点は、説明と図面及び特許請求の範囲から明白であろう。

【0011】

【発明の詳しい説明】化学的機械的研磨装置(CMP)を図1に示す。この装置において、研磨される表面に反応する化学薬品(例えばアルカリ性の液)を使用し、「固定研磨」研磨ベルトを使用して表面を研磨して、基板表面は研磨される、図1の斜視図は、3個のローラ68、70、72の周囲に引き回された研磨ベルト60を示す。同様な研磨装置が米国特許第5,961,372号で説明されており、その全体が参考文献として本明細書に包含される。

【0012】図3において、固定研磨ポリッキングベルト60は、非含浸ポリエステル材料のような可撓膜20と、可撓膜20の外部表面24に接着された固定研磨ポ

リッキング材料22の層を有する。固定研磨ポリッキング材料22は、結合材の中に保持或いは埋め込まれた研磨磁粒により構成される研磨複合層である。研磨磁粒は約0.1ミクロンと1500ミクロンの間の粒子寸法を有することができる。このような磁粒の例には、二酸化珪素、溶融酸化アルミニウム、セラミック酸化アルミニウム、未焼結(green)シリコン炭化物、シリコン炭化物、クロミア(chromia)、アルミナ、ジルコニア、ダイヤモンド、酸化鉄、セリア、立方晶窒化硼素、ガーネット、及びそれらの組み合わせを含む。結合材は、結合材を形成するように配慮された重合可能な有機樹脂を含む前駆物質から得ることもできる。このような樹脂の例には、フェノール樹脂、ユリアーホルムアルデヒド樹脂、メラミンーホルムアルデヒド樹脂、アクリレイテッドウレタン(acrylated urethanes)、アクリレイテッドエポキシ(acrylated epoxies)、エチレン不飽和化合物、少なくともペンドントアクリル酸塩基(pendant acrylate group)を有するアミノ樹脂誘導体、少なくともペンドントアクリル酸塩基(pendant acrylate group)を有するイソシアニート誘導体(isocyanurate derivatives)、ビニールエーテル、エポキシ樹脂、及びそれらの組み合わせを含む。可撓膜22は背面補強層として作用し、高分子の膜、紙、布、金属の膜又は同等物で作ることができます。セリウム酸化物研磨粒子を付したポリエステルベルトを有する固定研磨ポリッキングシートは、米国ミネソタ州、ミネアポリスのスリーエム株式会社から入手することができる。

【0013】図1に戻って、基板(ウェーハ)ホルダ(ポリッキングヘッド)組立体30は、片持ち梁で支えられたアーム34に接続されている固定支持体32を有する。片持ち梁で支えられたアーム34は、ポリッキングヘッド40を支えているポリッキングヘッドシャフト38を保持している。ポリッキングヘッドシャフト38は、ポリッキングヘッド40の回転と垂直の位置を制御するために、回転機構(図示せず)により回転することができ、垂直の調整機構(図示せず)により垂直に配置されている。或いは、ポリッキングヘッド組立体30を持ち上げ或いは枢動するために、固定支持体32は蝶着或いは枢動構成を組み込むことができる。従って、研磨される基板50(ポリッキングヘッド組立体30の下にあるので図1には示されていない)は、ベルト60上の研磨動作にアクセスするためにロードされアンロードされることができる。

【0014】研磨ベルト60は、上部の2つのローラの間を、即ち、ローラ70からローラ72へ右から左へ縦方向に動く、研磨ベルト60が動くにつれて、研磨剤を含まない溶液が分配マニホールド74によりベルト60の幅にわたって散布される。研磨速度を制御するために使用される化学薬品、例えば、水溶液中のNaOHのようなアルカリ性の化学薬品は、溶液の一部でもよい。或

いは、例えばスプレーノズル（図示せず）を使用して、化学薬品を他の位置で研磨ベルトに塗布することもできる。研磨ベルト60上の液がポリッキングヘッド40によって保持される基板に接触するにつれて、基板の化学的機械的研磨が起きる。

【0015】研磨される基板の表面積全体にわたって、均一なベルトの圧力を加えることが重要である。基板表面の均一な研磨を保証するためには、ベルト60に対してポリッキングヘッド40を置き、ローラ70と72の間のベルト60の張力のみに頼ることは通常十分ではない。その代わりに、膜裏当て組立体62（図1に透視画法で示す）が、ポリッキングヘッド40と直接対向してベルト60に隣接している位置に設けられている。可動ベルトは、ポリッキングヘッド40と膜裏当て組立体62の間にはさみ込まれる。ベルトと接触しているとき、裏当て組立体62はベルト60と基板50の間に均一な接触圧力を与えるように支援する。

【0016】膜裏当て組立体62は、固定支持部材64、及び全体として平坦な上部表面を有する膜裏当てフェイスプレート組立体66を有する。膜裏当てフェイスプレート組立体66は可動ベルト60の下面に均一な圧力を与え、従って、研磨ベルト60を上方に均一に押し付けることにより、連続ベルト60の経路のすぐ隣に位置するポリッキングヘッド40に向かって、僅かな、或いは無視できる変位で、均一な研磨圧力が基板の表面に加えられる。

【0017】図1に示す基板研磨位置の断面図を図2及び図3に示す。図3は、研磨ベルト60の片側の周囲の構成のクローズアップ図である。図4は、ポリッキングヘッド40及び膜裏当て組立体62の細部の透視分解組立図を示す。ポリッキングヘッド40は、横向きの片持ち梁支持体34により、或いはサポートプレート36（図2に透視画法で示す）により支持されている。これらの構成の何れにおいても、図には示されていないが、基板50及びポリッキングヘッド40は回転機構により回転することができる。基板50及びポリッキングヘッド40は、ベルト60の幅の端から端まで（図5に示すように上下に）横方向に振動させることもできる。このような回転及び振動性の動きは、研磨ベルト60における表面の欠陥と異常が、基板50の表面における対応する異常を作ることを防止する。ポリッキングヘッド40の遅い回転（ベルト60の並進速度の1/100未満の直径方向速度を与える）は、ベルトの表面上の欠陥の影響を基板の表面上に分散し、その効果を最小限度に抑えることに役立つ。ポリッキングヘッドが毎分100フィートの速度で動けば、8インチウェーハに対するポリッキングヘッドの回転はおよそ毎分約1回転であり、即ち、ベルトの動きと基板の回転に関する動きの間に100対1の比率をもたらす。このような条件の下では、定常的に回転している基板の中心から遠く離れて位置して

いるベルト或いは裏当て組立体の欠陥はうまく分散されるが、基板の中心に近い欠陥はうまく分散されない。欠陥がベルトの中心に位置していれば、回転のみでは欠陥を十分に分散しないであろう。従って、このような欠陥の有害な効果を防ぐために、ポリッキングヘッド40は左右に振動される。そのような横方向の振動の間に、ポリッキングヘッド40がベルト60から離れるのを防止するために、少なくとも振動の全振幅と等しい寸法だけ、ベルト60はポリッキングヘッド40より広い。このことは、ポリッキングヘッドに対向するベルト60の底部に対して均一な圧力を維持するために、膜裏当て組立体62も十分に広いか、或いは横方向の振動行程の極限にまでポリッキングヘッド40と共に動くことを必要とする。図1-6に示す構成において、研磨ベルト60及び膜裏当て組立体は基板50より広い。

【0018】ポリッキングヘッド40は、それぞれ本発明の譲受人に譲渡され、その開示の全体は参考文献として本明細書に包含される、1997年5月21日に出願された米国特許出願番号第08/861,260号及び1999年12月23日に出願された米国特許出願番号第09/470,820号に説明されているように、組み立てることができる。

【0019】膜裏当て組立体62は、研磨ベルト60の下側に面している。組立体62の上部表面は、全体として正方形或いは長方形であり、ポリッキングヘッド40に対向して配置されており、従って移動する研磨ベルトは両者の間にクランプされる。固定支持部材64は、一連の側壁例えば96、98から成る垂直に延びている固定されたサポートフレーム（周囲の壁が開いた箱を形成している）を支持しており、その上に全体として水平に延びているフェイスプレート76が浮いている。フェイスプレート76は、垂直に「浮動する」ように垂直に延張可能なベローズ100により支持されているが、固定された側壁例えば96、98により水平に保持されている（図2及び4に示す）。ベローズ100は、膜裏当て支持体64を浮動フェイスプレート76に屈撓自在に接続している。ベローズ100は一定の圧力に加圧することができる。或いはベローズの中の圧力は、ベルト60の底部に予め設定した可変の、或いは予め設定した一定の垂直の力（図2及び図3に示すように）を与えるように、制御することができる。

【0020】ベルトサンダで一般に使用される擦れ合いプレート（図示せず）を、浮動フェイスプレート76の上に成型することもできる。更に、ベルト60の底部と浮動フェイスプレート76の上面78の間の摩耗を減少し、或いは無くすために、ガス或いは液体何れかの加圧された流体がフェイスプレート76の孔80を介して供給され、ベルト60の背面と浮動している裏当てフェイスプレート76の上部表面の間に、ほとんど摩擦のないバッファとして作用する流体ベッド、或いはガス又は液

体の膜を作る。流体の流路は（矢印108により流体の流れを示す）、可動ベルト60の背面を均一に加圧する全体として均一な加圧された流体層を供給する。この層を作り出す流体或いはガスは連続的に補給され、従って、液体或いはガスが横側に漏れても層の厚さは大体一定に留まっている。圧縮可能なガスを使用するためには、消費された液体を再度収集する必要が重荷となる。しかし、研磨液を収集するために使用される収納は、フェイスプレートの上に流体層を生成するために使用された液体を収集するためにも使用することができる。

【0021】流体、ガス或いは液体、は、マニホールドに到達する流体が流体供給開口部86に入り、矢印110により示すようにマニホールド82の中で分散されるように、ベローズ100の中を引き回された（或いはベローズの外を引き回された）可撓性のホース102を介してフェイスプレートマニホールド82に供給される。ベローズ上部フランジ101a（図4）は、フェイスプレートの裏面84に固定され、封止されている。フェイスプレート76が横向きに移動するのを防止するためには、フェイスプレートの側部表面88、90は、固定された側壁96、98に隣接して面している。

【0022】研磨液は研磨ベルトの最上部の上に存在しているので、ベローズの周囲の区域が詰まらないことが重要である。従って、研磨液、或いはフェイスプレート流体穴80から流れ出ている加圧された液体のようなどんな液体でも、側壁96、98の中の箱状の容器の中に流れ出してベローズ100の垂直の動きを制限することを防止するために、迷路形式の垂直に動くスカートシール92、93、94が浮動フェイスプレート76の端縁の周りに設けられている。

【0023】ベローズを囲んでいる箱形の部材の側壁も、フェイスプレート76の横方向の動きを防止するためのガイドの作用をする。フェイスプレート76が側壁96、98に対して擦れ合うときに発生する摩擦は、研磨の均一性に不利な影響を与える。2つの表面は、（PTFEのような）摩擦を少なくする被膜を塗布することもできる。或いは、浮動部分と固定部分の間に流体層に介在させる流体通過ノズル構成を使用して、2つの表面を分離することもできる。これらの構成は、瞬間に遭遇する寸法に応じて急速に動く膜裏当て組立62の能力を強化するために、研磨される基板の上をベルトが動くにつれて研磨液の厚さ或いはベルト60の厚さの変化に容易に適応する。

【0024】浮動フェイスプレート76の最先端は、膜がそのような最先端の急な角に当たる結果として被る恐れのある過度の摩耗を避けるために僅かに丸めることもできる。

【0025】流体穴80の寸法と数は、理想的には、基板50が平坦にかつ均一に研磨されるように、研磨ベルトの後ろに流体のベッド或いは膜を供給するべきである。

る。長方形の浮動フェイスプレート76内の穴80のパターンは、ベルト全体の幅をほとんどカバーしている。しかし、ポリッキングヘッド40が対向していないときには、図3に破線61で示すように、可動ベルト60は上に屈曲する傾向がある。

【0026】図2及び図3に示すように、浮動フェイスプレート76は、その上部表面がフェイスプレート76の上部表面78と同一平面内にある迷路スカートシール延長部分（例えば、91、93）を有することができるか、或いは図7に示すように僅かに段違い（例えば91a）とするかの、何れかとすることができる。

【0027】図4は、図1-3について上に説明した項目の分解組立図を示す。例えばデルリン或いはPPSで作られた止め輪52が、ポリッキングヘッド40の下端の縁を囲んでいる。可動ベルト60の底部において、フランジ101a、101bにより取り付けられ、側壁96、98を含む周辺部の壁によって移動する研磨ベルト60の底部と特定の配列に保持されたベローズ100により、フェイスプレート76は支持されている。周辺部の壁は支持部材64の上に着座している。

【0028】基板50及びその止め輪52の略平面図を図5に示す。矢印58は可動ベルト60の移動方向を示す。可動ベルト60の中心線63の周りの波パターン56は、基板止め輪組立体（基板止め輪組立体もポリッキングヘッド組立体の中心線に相関している）の中心54の振動動作を示す。

【0029】図1-4の構成の平面図を図6に示す。ポリッキングヘッド40及び片持ち梁で支えられたアーム34は、図1-4では固定された方向を示すように見えるが、ポリッキングヘッドのローディング及びアンローディングは、ポリッキングヘッド40をベルト60に対して動かすことにより通常行われなければならない。図6の破線30a、34aは、ポリッキングヘッド40からの、基板のローディング及びアンローディングのためのこのような位置の一例を示す。図には示されていないが、上述のように、ポリッキングヘッド40はそれ自身の軸30bの周りを回転するように構成することができ、片持ち梁で支えられたアーム34は研磨ベルト60を横切って振動することができる。

【0030】図7は張力ローラ114を有する研磨装置を示す。張力ローラ114は、可撓性の研磨ベルト60'の研磨面に対して表面調整の作用も行うことができる。張力/表面調整ローラ114（導電性或いは研磨剤の汚染物質の導入により研磨される基板50が汚染されるのを避けるために、例えばセラミックス或いは硬質プラスチック材料で作られている）は、固定研磨ポリッキング媒体を研磨し、収納媒体に埋め込まれている研磨粒子を露出するために、その表面にローレットをつけたパターンを有することができる。図7に示すように、小滴75により導入される研磨液は、研磨される基板50の

上流に位置しているマニホールド74により、可動ベルト60'の幅にわたって散布される。膜裏当てフェイスプレート組立体66は、研磨される基板50に対向して位置している。研磨ベルト60'は、ベルト上の湿気を維持するのを助けるために、液位118を有する脱イオン水或いはアルカリ性の液のような液体の浴槽117を介して引き回されている。小さい矢印104、106

(図2及び図3にも示す)は、(研磨液のような)流体がベルト60'の表面から逃れることを示す。巻き取りローラ70及び駆動ローラ72(駆動矢印73により識別される)は、それらの表面上に表面ライニング70a及び72aをそれぞれ有する。これらのライニングは、ネオプレン(登録商標)及びゴム、或いは当該技術分野において通常使用される他の材料のようなエラストマで作られている。

【0031】図8は、ポリッキングヘッド40(図示せず)によって、基板50がベルト60aの内側表面に向かって位置している研磨装置を示す。連続したベルト60aは、3個のローラ120、124、及び126の周りに延びている。張力ローラ122は、ベルト60aの張力を調整するために使用される。実際の駆動ローラ120とガイドローラ124、126は、ウェーハを研磨するために使用されるベルト60aの内部表面の状態を調整することができる。研磨強化化学薬品が、マニホールド74によりベルト60'の内部表面に供給される。この構成における膜裏当てフェイスプレート組立体66は、ベルト60aの下に配置されている。この構成においては、固定研磨ポリッキング材料は、可撓膜の内部表面に取り付けられるであろう。

【0032】図9は、図8に示すものに類似の研磨装置を示すが、基板はベルト60bの外部表面に対して押し付けられる。図に示す具体例において、膜裏当て組立体66はベルトの上にあり、張力ローラ122は状態調節ローラの作用をする。可動ベルト60bがローラ124と126の間を移動するにつれて、研磨液が可動ベルト60bの表面に加えられる。

【0033】図10は、可動ベルト60cが2個のローラ130、134の周りを循環する別の配置を示す。基板研磨位置は、基板50の位置により示されている。可変張力機構136は、ローラの1つ、例えばローラ134の位置を固定支持体132に対して調整するために使用することができ、それによりベルト60cの張力を変化させる。

【0034】図11は、4個のローラ138、140、144、146を有する構成を示す。ベルト60sは、張力ローラ142によって張力を掛けられている。研磨位置は、上部の2個のローラ140、148の間のベル

ト60dの上である。研磨ベルトが水平面にあれば、重力が研磨ベルトに影響を与える。破線150により示される別の構成においては、基板は装置の側面で研磨することができる。この構成は、研磨ベルト60dに対する重力の影響を解消するであろう。ベルトが研磨される基板50に近づくにつれて、スプレーノズル152は化学薬品液をベルトに吹き付けることができる。

【0035】図12は、基板50a及び50bにより識別される2つの研磨位置を有する幅の広い研磨ベルト60eを有する研磨装置を示す。膜裏当て組立体62a、62b(破線で示す)の位置は、研磨が行われる位置50a、50bに対向している。この構成において、研磨される各基板50a、50bはベルト60eの表面にそれ自身の別々の軌道を有する。

【0036】特定の実施形態に関して本発明を説明したが、本発明の技術思想と範囲から逸脱することなく、形式及び詳細において変更が可能であることを当業者は認めるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】3つのローラの周りに巻き付けられた連続研磨ベルト、膜に対して基板を保持するためのポリッキングヘッド、及び研磨ベルトの下にありポリッキングヘッドに対向している膜裏当て組立体の斜視図である。

【図2】ポリッキングヘッドと研磨膜裏当て組立体の内部構成を示す図1の2-2から見た断面図である。

【図3】図2の3-3から見たクローズアップ図である。

【図4】ポリッキングヘッド組立体及び研磨ベルト裏当て組立体の分解組立図である。

【図5】図1-4に示す研磨ベルトの接触部分における研磨ベルトの略平面図である。

【図6】図1の平面図である。

【図7】膜の研磨面の状態調節(conditioning)を補助するために、洗浄液で部分的に満たされた槽を通して循環している可撓膜を示す図である。

【図8】研磨ベルトの内部表面で基板が研磨されているのを示す図である。

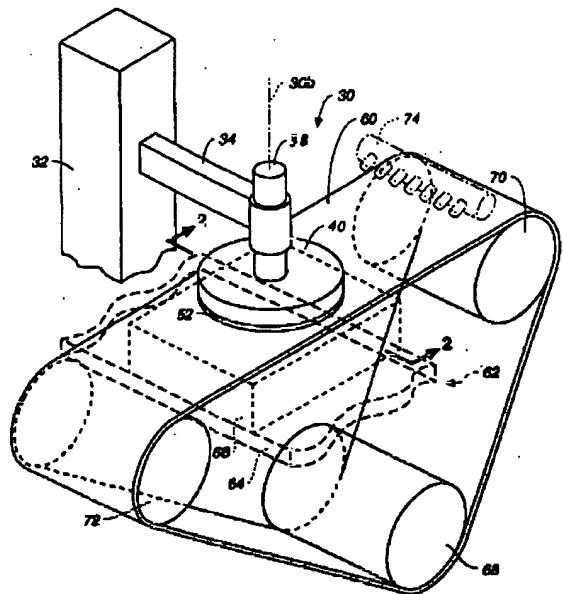
【図9】研磨ベルトの底部表面で基板が研磨されているのを示す図である。

【図10】研磨ベルトの上部表面で基板が研磨されているのを示す図である。

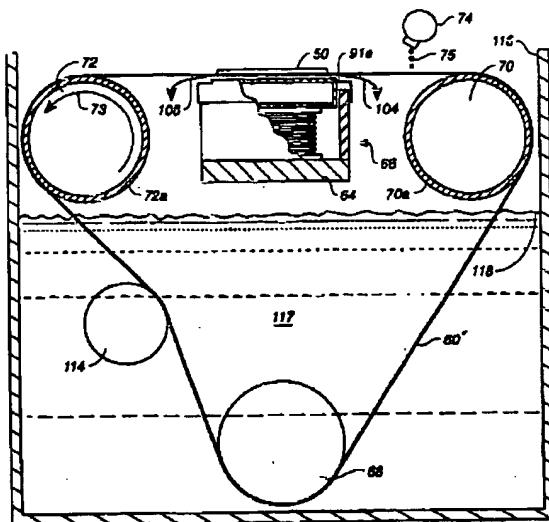
【図11】1組の4個の膜ローラを有する研磨装置を示す図である。

【図12】研磨ベルト上に2つの研磨位置を有する研磨装置の平面図である。各図面において類似の参照記号は類似の部品を示す。

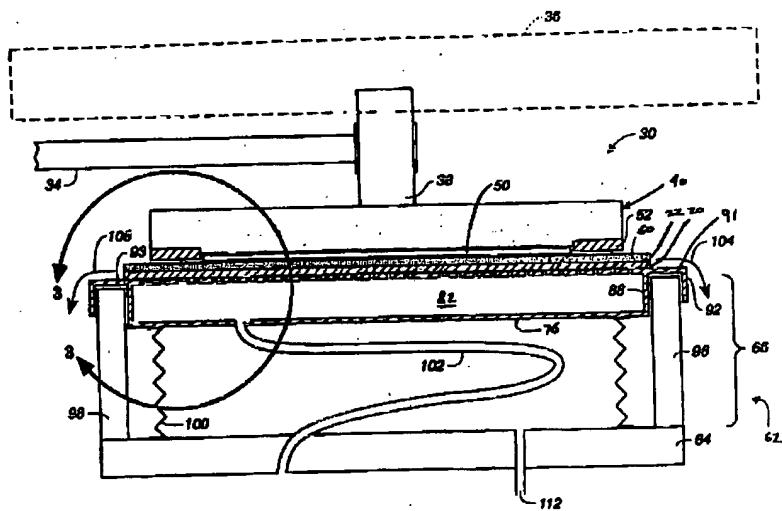
【図1】



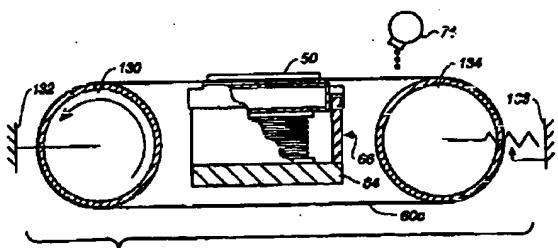
【図7】



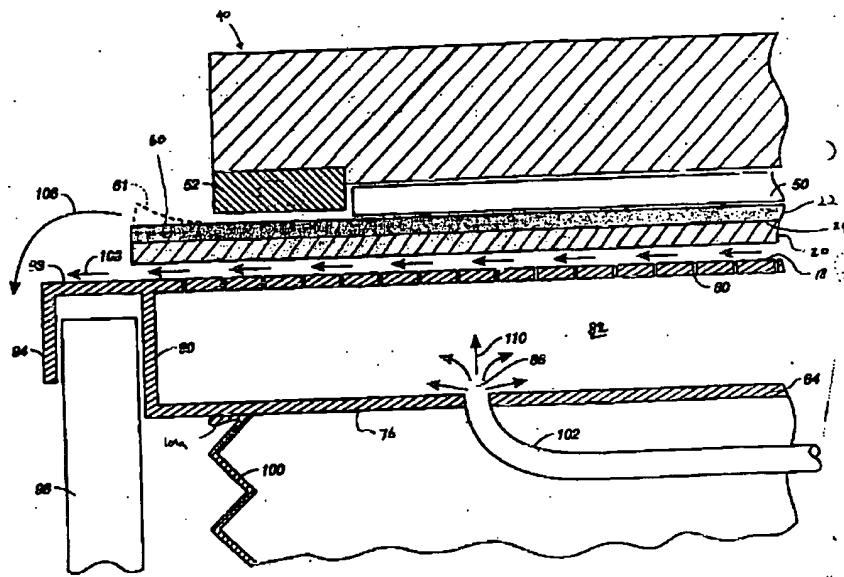
【図2】



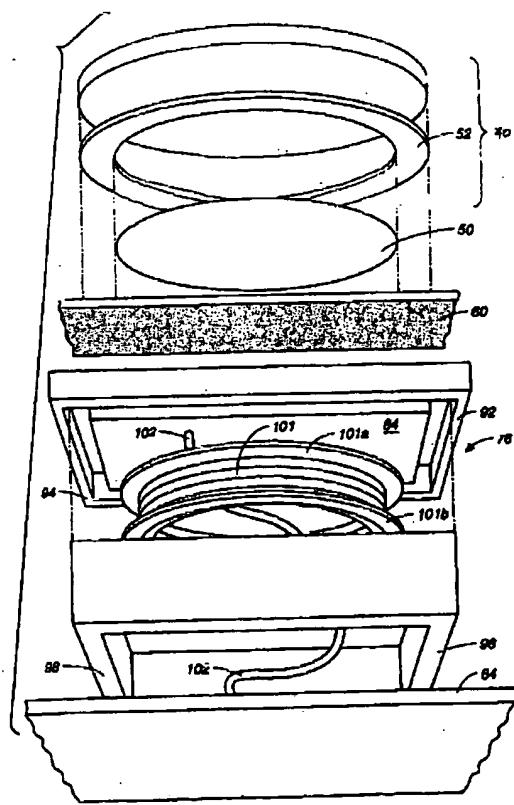
【図10】



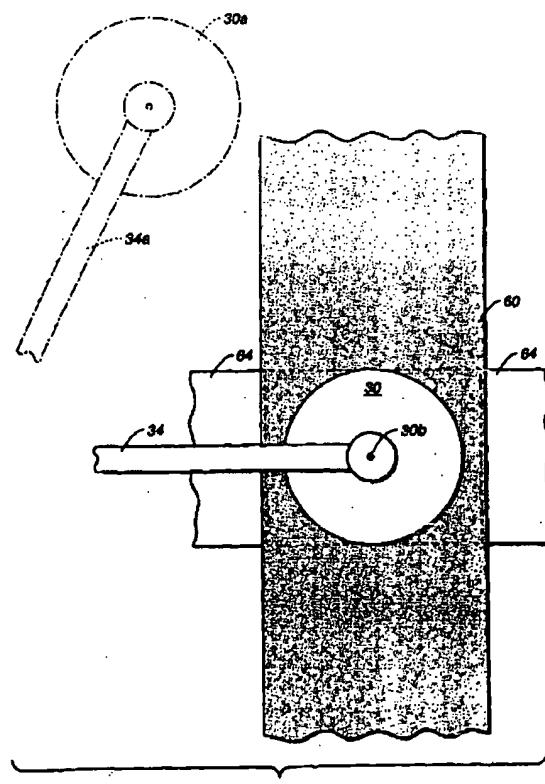
【図3】



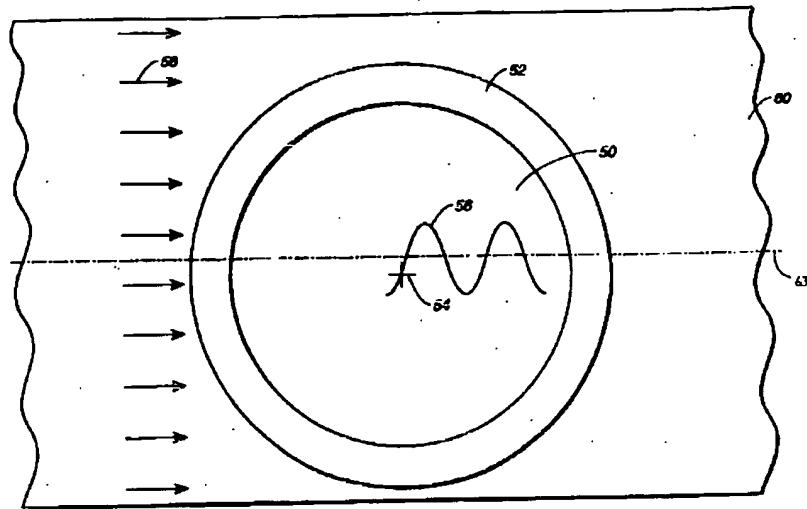
【図4】



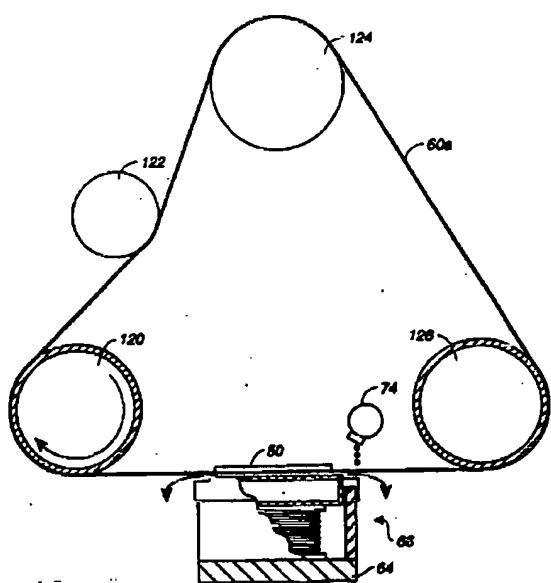
【四六】



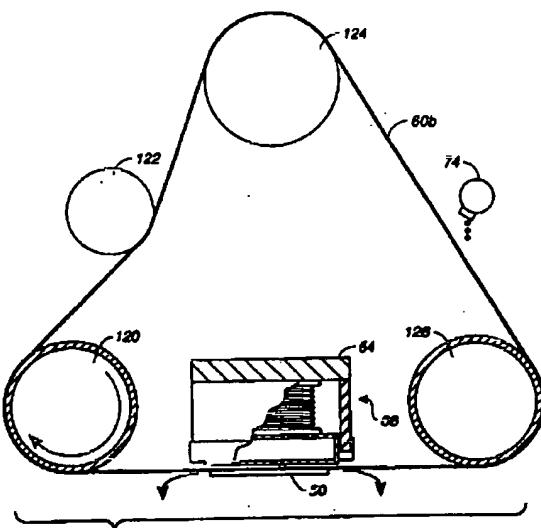
【図5】



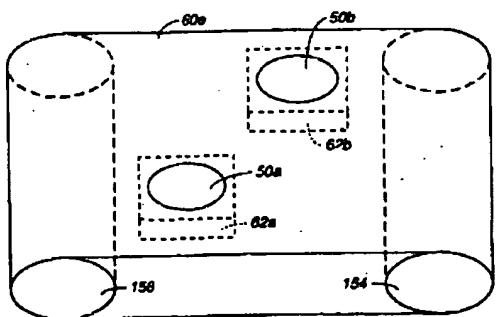
【図8】



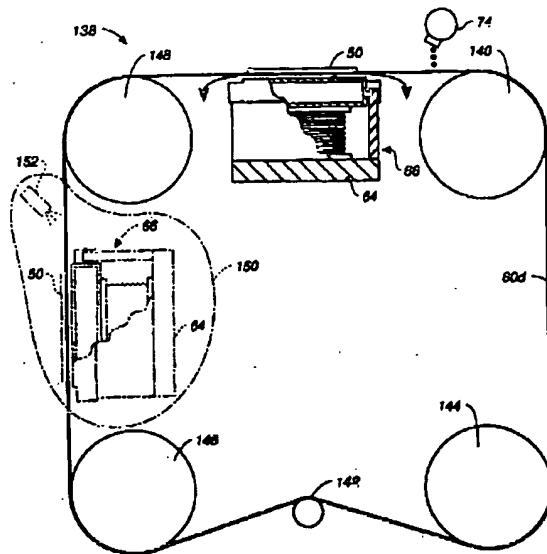
【図9】



【図12】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.7

H 01 L 21/304

識別記号

622

F I

H 01 L 21/304

(参考)

622F

【外国語明細書】

1 Title of Invention

FIXED-ABRASIVE BELT POLISHER

2 Claims

1. A chemical mechanical polishing apparatus, comprising:
a substrate holder to hold a substrate;
a continuous polishing belt including a first layer formed of a fixed-abrasive polishing material and having a first side, and a second layer formed of a flexible membrane material and having a second side, the belt configured so that in use the first side of the belt contacts at least a portion of the substrate held by the substrate holder while the membrane is moving in a first direction in a generally linear path relative to the substrate; and
a backing member positioned on the second side of the membrane.
2. The apparatus of claim 1, further comprising an actuator to urge the substrate and the first side of the belt into contact with one another for polishing.
3. The apparatus of claim 2, wherein the membrane backing member contacts the flexible polishing membrane.
4. The apparatus of claim 2, wherein a fluid layer is interposed between the membrane backing member and the polishing belt.
5. The apparatus of claim 1, wherein the belt has a width at least as wide as the substrate holder.
6. The apparatus of claim 1, wherein the belt circulates around two pulleys.
7. The apparatus of claim 1, wherein the belt circulates around three pulleys.
8. The apparatus of claim 1, wherein the belt circulates around more than three pulleys.
9. The apparatus of claim 1, wherein the flexible membrane is formed of an unimpregnated polyester material.

10. The apparatus of claim A1, wherein the fixed-abrasive material is formed of abrasive particles embedded in a binder material.

11. The apparatus of claim 1, wherein the first layer is joined to an exterior surface of the second layer, and the first side of the belt is the exterior surface of the belt.

12. The apparatus of claim 1, wherein the first layer is joined to an interior surface of the second layer, and the first side of the belt is the interior surface of the belt.

13. The apparatus of claim 1, wherein the belt is sufficiently wide to polish two substrates simultaneously.

14. The apparatus of claim 1, further comprising a dispenser to distribute an abrasiveless polishing solution onto the first side of the polishing belt.

15. A method of chemical mechanical polishing, comprising:
holding at least a portion of a substrate in contact with a first side of a first layer formed of a fixed-abrasive polishing material in a continuous polishing belt that includes a second layer formed of a flexible membrane material and having a second side; and
moving the continuous belt in a first direction in a generally linear path relative to the substrate.

16. The method of claim 15, further comprising dispensing an abrasiveless polishing solution onto the first side of the continuous polishing belt.

3 Detailed Description of Invention

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application claims priority under 35 USC 119(e) to pending Provisional U.S. Application Serial No. 60/143,206, filed July 7, 1999, the entirety of which is incorporated by reference.

BACKGROUND

The present invention relates to chemical mechanical polishing. More particularly, the present invention relates to apparatus and methods for chemical mechanical polishing of substrates using a fixed-abrasive belt.

Chemical mechanical polishing is a method of planarizing or polishing semiconductor and other types of substrates. At certain stages in the fabrication of devices on a substrate, it may become necessary to polish the surface of the substrate before further processing may be performed. One polishing process, which passes a conformable polishing pad over the surface of the substrate to perform the polishing, is commonly referred to as mechanical polishing. Mechanical polishing may also be performed with a chemically active abrasive polishing solution, which typically provides a higher material removal rate and a higher chemical selectivity between films of the semiconductor substrate than are possible with mechanical polishing. When a chemical polishing solution is used in combination with mechanical polishing, the process is commonly referred to as chemical mechanical polishing, or CMP.

Prior art CMP process typically include a massive rotating platen with a polishing pad onto which a slurry is delivered. The slurry contains colloidal particles in a chemical solution, e.g., alkaline or acidic. The substrate is held against the polishing platen by a polishing head or carrier. The substrate is rotated and pressed against the polishing pad.

The rate of material removal from the substrate in CMP is dependent on several factors including, among others, the properties of the film materials being removed, the chemicals and abrasives used in the slurry, the surface pressure at the polishing pad/substrate interface and the net motion between the substrate and the polishing pad. Generally, the

higher the surface pressure and net motion at the regions of the substrate which contact the polishing pad, the greater the rate of removal of material from the substrate.

SUMMARY

In one aspect, the invention is directed to a chemical mechanical polishing apparatus. The apparatus includes a substrate holder to hold a substrate, a continuous polishing belt, and a backing member. The polishing belt includes a first layer formed of a fixed-abrasive polishing material and having a first side, and a second layer formed of a flexible membrane material and having a second side. The belt is configured so that in use the first side of the belt contacts at least a portion of the substrate held by the substrate holder while the membrane is moving in a first direction in a generally linear path relative to the substrate. The backing member is positioned on the second side of the membrane.

Implementations of the invention may include one or more of the following features. An actuator may urge the substrate and the first side of the belt into contact with one another for polishing. The membrane backing member may contact the flexible polishing membrane, or a fluid layer may be interposed between the membrane backing member and the polishing belt. The belt may be at least as wide as the substrate holder, and may be sufficiently wide to polish two substrates simultaneously. The belt may circulate around two, three, or more than three pulleys. The flexible membrane may be formed of an unimpregnated polyester material, and the fixed-abrasive material may be formed of abrasive particles embedded in a binder material. The first layer may be joined to an exterior surface of the second layer, and the first side of the belt may be the exterior surface of the belt. The first layer may be joined to an interior surface of the second layer, and the first side of the belt may be the interior surface of the belt. A dispenser may distribute an abrasiveless polishing solution onto the first side of the polishing belt.

In another aspect, the invention is directed to a method of chemical mechanical polishing. In the method, at least a portion of a substrate is held in contact with a first side of a first layer formed of a fixed-abrasive polishing material in a continuous polishing belt. The polishing belt also includes a second layer formed of a flexible membrane material and having a second side. The continuous belt is moved in a first direction in a generally linear path relative to the substrate.

Implementations of the invention may include one or more of the following features. An abrasiveless polishing solution may be dispensed onto the first side of the continuous polishing belt.

The details of one or more embodiments of the invention are set forth in the accompanying drawings and the description below. Other features, objects, and advantages of the invention will be apparent from the description and drawings, and from the claims.

DETAILED DESCRIPTION

An apparatus of chemical mechanical polishing (CMP) is illustrated in Figure 1. In this apparatus, a substrate surface is polished by using a chemical (e.g. an alkaline solution) to react with the surface to be polished and abrading the surface with a "fixed-abrasive" polishing belt. The perspective view of Figure 1 shows a polishing belt 60 routed around three rollers 68, 70, 72. A similar polishing apparatus is described in U.S. Patent No. 5,961,372, the entirety of which is incorporated herein by reference.

Referring to Figure 3, fixed-abrasive polishing belt 60 includes a flexible membrane 20, such as unimpregnated polyester material, and a layer of fixed-abrasive polishing material 22 bonded to an outer surface 24 of the flexible membrane 20. The fixed-abrasive polishing material 22 is an abrasive composite layer composed of abrasive grains held or embedded in a binder material. The abrasive grains may have a particle size between about 0.1 and 1500 microns. Examples of such grains include silicon oxide, fused aluminum oxide, ceramic aluminum oxide, green silicon carbide, silicon carbide, chromia, alumina, zirconia, diamond, iron oxide, ceria, cubic boron nitride, garnet and combinations thereof. The binder material may be derived from a precursor which includes an organic polymerizable resin which is cured to form the binder material. Examples of such resins include phenolic resins, urea-formaldehyde resins, melamine formaldehyde resins, acrylated urethanes, acrylated epoxies, ethylenically unsaturated compounds, aminoplast derivatives having at least one pendant acrylate group, isocyanurate derivatives having at least one pendant acrylate group, vinyl ethers, epoxy resins, and combinations thereof. The flexible membrane 22 acts as a backing layer, and can be composed of a polymeric film, paper, cloth, a metallic film or the like. A fixed-abrasive polishing sheet having a polyester belt that carries cerium oxide abrasive particles is available from 3M Corporation of Minneapolis, Minnesota.

Returning to Figure 1, a substrate (wafer) holder (polishing head) assembly 30 includes a fixed support 32 connected to a cantilevered arm 34. The cantilevered arm 34 holds a polishing head shaft 38 which supports a polishing head 40. The polishing head shaft 38 can be rotated by a rotation mechanism (not shown) and vertically positioned by a vertical adjustment mechanism (not shown) to control the rotation and vertical position of the

polishing head 40. Alternatively, the fixed support 32 can include hinged or pivoting features to raise or pivot the polishing head assembly 30 so that the substrate 50 being polished (not shown in Figure 1 as it is on the underside of the polishing head assembly 30) can be loaded and unloaded to access polishing operations on the belt 60.

The polishing belt 60 moves in a right to left longitudinal direction between the top two rollers, i.e. from roller 70 to roller 72. As the polishing belt 60 moves, an abrasiveless liquid solution is distributed over the width of the belt 60 by a distribution manifold 74. A chemical used to control the polishing rate, e.g., an alkaline such as NaOH in an aqueous solution, can be part of the liquid solution. Alternatively, the chemical can be applied to the polishing belt at another location, e.g., by using spray nozzles (not shown). As the solution on the polishing belt 60 contacts the substrate held by the polishing head 40, chemical mechanical polishing of the substrate occurs.

It is important to provide an uniform belt pressure across the surface area of the substrate being polished. It is generally not sufficient to place the polishing head 40 against a belt 60 and rely only on the tension of the belt 60 between rollers 70 and 72 to assure uniform polishing of the substrate surface. Instead, a membrane backing assembly 62 (shown in phantom in Figure 1) is provided at a location adjacent to the belt 60 directly opposite to the polishing head 40. The moving belt is sandwiched between the polishing head 40 and the membrane backing assembly 62. The backing assembly 62, when in contact with the belt, assists in providing a uniform contact pressure between the belt 60 and the substrate 50.

The membrane backing assembly 62 includes a fixed support member 64 and membrane backing faceplate assembly 66 with a generally flat top surface. The membrane backing faceplate assembly 66 provides a uniform pressure to the underside of the moving belt 60 so that a uniform abrading pressure is applied over the surface of the substrate by uniformly pressing the polishing belt 60 upwards, with a small or negligible displacement, toward the polishing head 40 which is located immediately adjacent to the path of the continuous belt 60.

A cross section of the substrate polishing location as shown in Figure 1 is shown in Figures 2 and 3. Figure 3 is a closeup view of the configuration around one side of the polishing belt 60. Figure 4 shows a perspective exploded view of the details of the polishing

head 40 and the membrane backing assembly 62. The polishing head 40 is supported by a lateral cantilever support 34, or by a support plate 36 (shown in phantom in Figure 2). In either of these configurations, although not shown in the Figures, the substrate 50 and polishing head 40 may be rotated by a rotating mechanism. The substrate 50 and polishing head 40 can also be oscillated laterally (up and down as shown in Figure 5) across the width of the belt 60. Such rotation and oscillatory movement prevents surface defects and anomalies in the polishing belt 60 from creating a corresponding anomalies in the surface of the substrate 50. Slow rotation of the polishing head 40 (providing a diametral speed which is less than 1/100th of the translational speed of the belt 60) distributes the action of a defect on the surface of the belt over the surface of the substrate to help minimize its effect. If the polishing head moves at a rate of 100 ft/min then the rotation of the polishing head for an eight inch wafer should be about 1 rpm or provide a 100:1 ratio between the movement of the belt versus the movement related to the rotation of the substrate. Under these conditions, belt or backing assembly defects located far from the center of a stationary rotating substrate are well distributed, while those which are closer to the center of the substrate are less well distributed. If a defect were to be located at the center of the belt, rotation alone would not satisfactorily distribute the defect. Therefore, to avoid the deleterious effects of such defects, the polishing head 40 is oscillated from side to side. To prevent the polishing head 40 from coming off the belt 60 during such sideways oscillation, the belt 60 is wider than the polishing head 40 by a dimension at least equal to the full amplitude of the oscillation. This necessitates that the membrane backing assembly 62 also be wide enough or move together with the polishing head 40 to maintain uniform pressure on the bottom of the belt 60 opposite the polishing head throughout the extremes of sideways oscillatory travel. In the configuration as shown in Figures 1-6, the polishing belt 60 and membrane backing assembly are wider than the substrate 50.

The polishing head 40 may be constructed as described in U.S. Patent Application Serial Nos. 08/861,260, filed May 21, 1997, and 09/470,820, filed December 23, 1999, each assigned to the assignee of the present invention, the entire disclosures of which are incorporated herein by reference.

The membrane backing assembly 62 faces the underside of the polishing belt 60. The top surface of the assembly 62 is generally square or rectangular and is located to oppose the

polishing head 40, so that the moving polishing belt is clamped between the two. The fixed support member 64 supports a vertically extending fixed support frame (a perimeter wall - forming an open box) consisting of a series of sidewalls, e.g. 96, 98, over which a generally horizontally extending faceplate 76 floats. The faceplate 76 is supported by a vertically extendable bellows 100 so that it "floats" vertically, but is retained horizontally by the fixed sidewalls, e.g., 96, 98 (shown in Figures 2 and 4). The bellows 100 flexibly connects the membrane backing support 64 to the floating faceplate 76. The bellows 100 can be pressurized to a fixed pressure, or the pressure within the bellows can be controlled to provide a pre-set variable or pre-set constant vertical force (as seen in Figures 2 and 3) on the bottom of the belt 60.

A rubbing plate (not shown), commonly used in belt sanders, can be molded over the top of the floating faceplate 76. In addition, to reduce or eliminate wear between the bottom of the belt 60 and the top face 78 of the floating faceplate 76, a pressurized fluid of either gas or liquid is provided through holes 80 in the faceplate 76 to create a fluid bed or film of gas or liquid which acts as a nearly friction free buffer between the back of the belt 60 and the upper surface of the floating backing faceplate 76. The passage of fluid (illustrated by arrows 108 showing fluid flow) provides a generally uniformly pressurized fluid layer which evenly pressurizes the back of the moving belt 60. The fluid or gas creating this layer is continuously replenished so that the thickness of the layer remains generally constant as the liquid or gas escapes sideways. The need to re-capture expended liquid weighs in favor of using a compressible gas. However, the containment used to capture the polishing solution could also be used to capture a liquid used in producing the fluid layer on the faceplate.

Fluid, either gas or liquid, is provided to the faceplate manifold 82 through a flexible hose 102 which is routed through the bellows 100 (or could be routed outside the bellows) such that fluid reaching the manifold enters a fluid feed opening 86 and is distributed within the manifold 82 as shown by the arrows 110. The bellows top flange 101a (Fig. 4) is fixed to and sealed against the faceplate back surface 84. Faceplate side surfaces 88, 90 face adjacent fixed sidewalls 96, 98 to prevent the faceplate 76 from being displaced sideways.

Since the polishing solution is present on the top of the polishing belt, it is important that the area around the bellows does not become plugged. Therefore, a labyrinth-type vertically moving skirt seal 92, 93, 94 is provided around the edge of the floating faceplate

76 to prevent any liquid, such as the polishing solution or pressurized liquid flowing from faceplate fluid holes 80, from flowing into the box-like container inside the sidewalls 96, 98 and restricting the vertical motion of the bellows 100.

The sidewalls of the box-shaped member enclosing the bellows also act as a guide to prevent sideways motion of the faceplate 76. The friction generated when the faceplate 76 rubs against the sidewalls 96, 98 can adversely affect the uniformity of polishing. The two surfaces can be coated with a friction reducing coating (such as PTFE). Alternately, the two surfaces may be separated by using a fluid passing nozzle configuration which interposes a fluid layer between the floating and stationary pieces. These configurations easily accommodate variations in the thickness of the polishing solution or the thickness of the belt 60 as the belt moves over the substrate being polished to enhance the ability of the membrane backing assembly 62 to move very rapidly according to the instantaneously encountered dimension.

The leading edge of the floating faceplate 76 can also be slightly rounded to avoid excessive wear that might be experienced as a result of the membrane catching on a sharp corner of such a leading edge.

The size and number of fluid holes 80 ideally should provide a bed or film of fluid behind the polishing belt so that the substrate 50 is evenly and uniformly polished. The pattern of holes 80 in the rectangular floating faceplate 76 covers nearly the full width of the belt. However, when unopposed by a polishing head 40, the moving belt 60 tends to bow up, as shown by the dashed lines 61 in Figure 3.

The floating faceplate 76 as shown in Figure 2 and 3 can either have a labyrinth skirt seal extension (e.g., 91, 93) whose top surface is planar with the top surface 78 of the faceplate 76 or can be offset slightly (e.g. 91a) as shown in Figure 7.

Figure 4 shows an exploded view of the items discussed above for Figures 1-3. A retaining ring 52, e.g., made of Delrin or PPS, surrounds the bottom edge of the polishing head 40. On the bottom of the moving belt 60, the faceplate 76 is supported by bellows 100 attached by flanges 101a, 101b and held in a particular alignment with the bottom of the moving polishing belt 60 by a perimeter wall including sidewalls 96, 98. The perimeter wall sits on support member 64.

A schematic top view of the substrate 50 and its retaining ring 52 are shown in Figure 5. Arrows 58 show the direction of travel of the moving belt 60. The wave pattern 56 around the centerline 63 of the moving belt 60 shows the oscillating action of the center 54 of the substrate retaining ring assembly (which also correlates to the centerline of the polishing head assembly).

A top view of the configuration of Figures 1-4 is shown in Figure 6. While the polishing head 40 and the cantilevered arm 34 appear to show a fixed orientation in Figures 1-4, loading and unloading of the polishing head must generally take place by moving the polishing head 40 relative to the belt 60. The dashed lines 30a, 34a in Figure 6 show one example of such a location for loading and unloading of a substrate from the polishing head 40. While not shown in the drawings, as discussed above, the polishing head 40 can be configured to rotate about its own axis 30b and the cantilevered arm 34 may oscillate across the polishing belt 60.

Figure 7 shows a polishing apparatus which includes a tensioning roller 114, which can also act as a surface conditioner for the polishing surface of the flexible polishing belt 60'. The tensioning/conditioning roller 114 (for example, made of a ceramic or a hard plastic material to avoid contaminating the substrate 50 being polished by introducing conductive or abrasive contaminants) may have a knurled pattern in its surface to abrade the fixed-abrasive polishing media and expose abrasive particles that are embedded in the containment media. As shown in Figure 7, a polishing solution introduced by droplets 75 is distributed over the width of the moving belt 60' by a manifold 74 situated upstream from the substrate 50 being polished. The membrane backing faceplate assembly 66 is situated opposite the substrate 50 being polished. The polishing belt 60' is routed through a bath 117 of liquid having a liquid level 118, such as de-ionized water or an alkaline solution, to assist in maintaining moisture on the belt. The small arrows 104, 106 (also seen in Figures 2 and 3) show fluid (such as the polishing solution) escaping from the surface of the belt 60'. The take-up roller 70 and drive roller 72 (identified by the drive arrow 73) include surface linings 70a and 72a, respectively, on their surface. These linings are made of elastomers such as neoprene and rubber or other material generally used in the art.

Figure 8 illustrates a polishing apparatus in which the substrate 50 is positioned against the inside surface of the belt 60a by the polishing head 40 (not shown). The

continuous belt 60a extends around the three rollers 120, 124, and 126. A tensioning roller 122 is used to adjust the tension of the belt 60a. The actual drive roller 120 and guide rollers 124, 126 can condition the interior surface of the belt 60a which is used to polish the wafer. A polishing-enhancing chemical is supplied to the interior surface of the belt 60a by the manifold 74. The membrane backing faceplate assembly 66 in this configuration is located below the belt 60a. In this configuration, the fixed-abrasive polishing material would be attached to the inner surface of the flexible membrane.

Figure 9 illustrates a polishing apparatus which is similar to the one shown in Figure 8, but in which substrate is pressed against the exterior surface of the belt 60b. In the illustrated implementation, the membrane backing assembly 66 is above the belt and the tensioning roller 122 acts as conditioning roller. Polishing solution is added to the surface of the moving belt 60b as it moves between rollers 124 and 126.

Figure 10 shows an alternative arrangement in which a moving belt 60c circulates around two rollers 130, 134. The substrate polishing position is shown by the location of substrate 50. A variable tensioning mechanism 136 can be used to adjust the position of one of the rollers, e.g., roller 134, relative to a fixed support 132, and thereby vary the tensioning of the belt 60c.

Figure 11 shows a configuration that includes four rollers 138, 140, 144, 146. The belt 60s is tensioned by a tensioning roller 142. The polishing location is on the belt 60d between the top two rollers 140, 148. Gravity influences the polishing belt if it is on a horizontal plane. In an alternate configuration, shown by a dashed line 150, a substrate may be polished on a side of the arrangement. This configuration would eliminate the effect of gravity on the polishing belt 60d. A spray nozzle 152 can spray chemical solutions onto the belt as it approaches the substrate 50 being polished.

Figure 12 illustrates a polishing apparatus that includes a wide polishing belt 60e that has two polishing positions identified by substrates 50a and 50b. The locations of membrane backing assemblies 62a, 62b (shown in dashed lines) are opposite the positions 50a, 50b at which polishing can take place. In this configuration each substrate 50a, 50b being polished has its own separate track on the surface of the belt 60e.

While the invention has been described with regards to specific embodiments, those skilled in the art will recognize that changes can be made in form and detail without departing from the spirit and scope of the invention.

Figure 1 is a perspective view of a continuous polishing belt wrapped around three rollers, a polishing head to hold the substrate against the membrane, and a membrane backing assembly opposite the polishing head below the polishing belt;

Figure 2 is a cross section of Figure 1 taken at 2-2 showing the internal configuration of the polishing head and the polishing membrane backing assembly;

Figure 3 is a close-up view of Figure 2 taken at 3-3;

Figure 4 is an exploded view of the polishing head assembly and the polishing belt backing assembly;

Figure 5 is a schematic top view of the polishing belt at its interface with the polishing belt as shown in Figures 1 - 4;

Figure 6 is a top view of Figure 1;

Figure 7 is a view showing a flexible membrane circulating through a vessel partially filled with a rinse solution to assist in conditioning the polishing surface of the membrane;

Figure 8 is a view showing a substrate being polished on an inner surface of the polishing belt;

Figure 9 is a view showing a substrate being polished on bottom surface of the polishing belt;

Figure 10 is a view showing a substrate being polished on a top surface of the polishing belt;

Figure 11 is a view showing a polishing apparatus with a set of four membrane rollers;

Figure 12 is a top view of a polishing apparatus that includes two polishing locations on a polishing belt;

Like reference symbols in the various drawings indicate like elements.

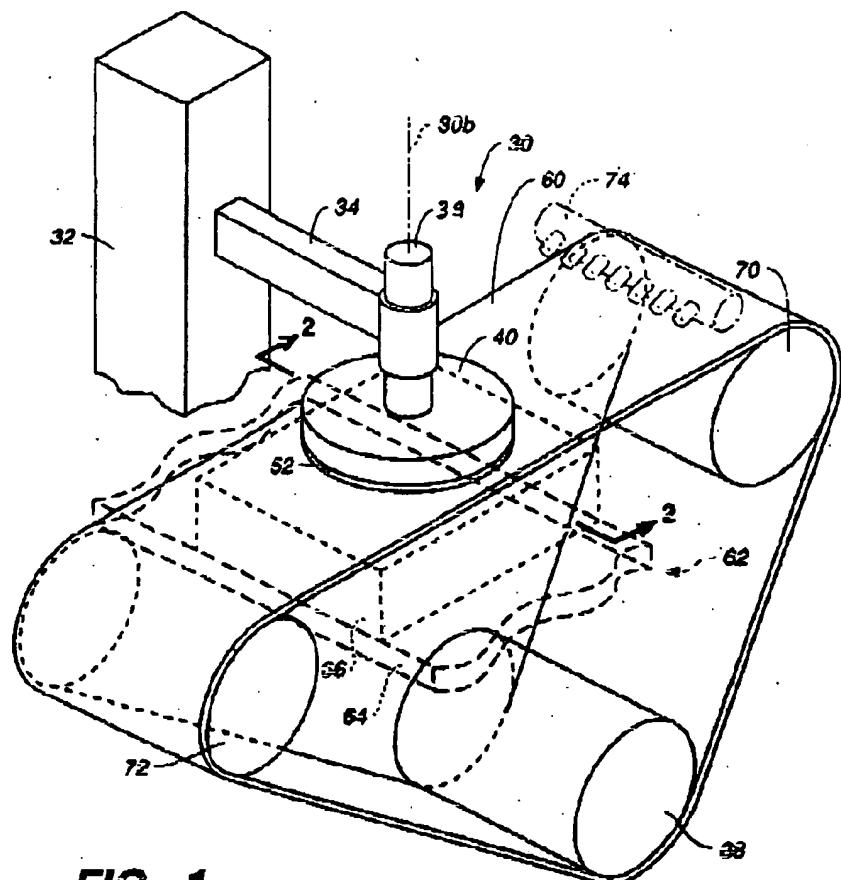


FIG. 1

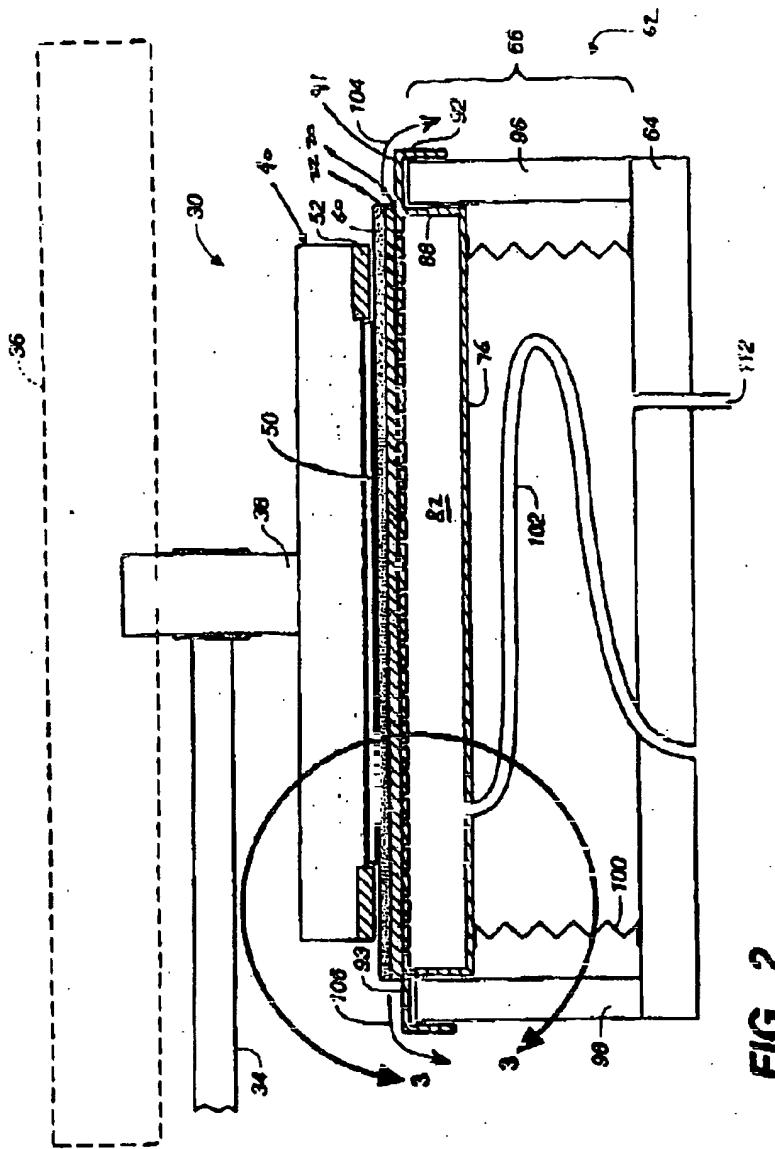


FIG. 2

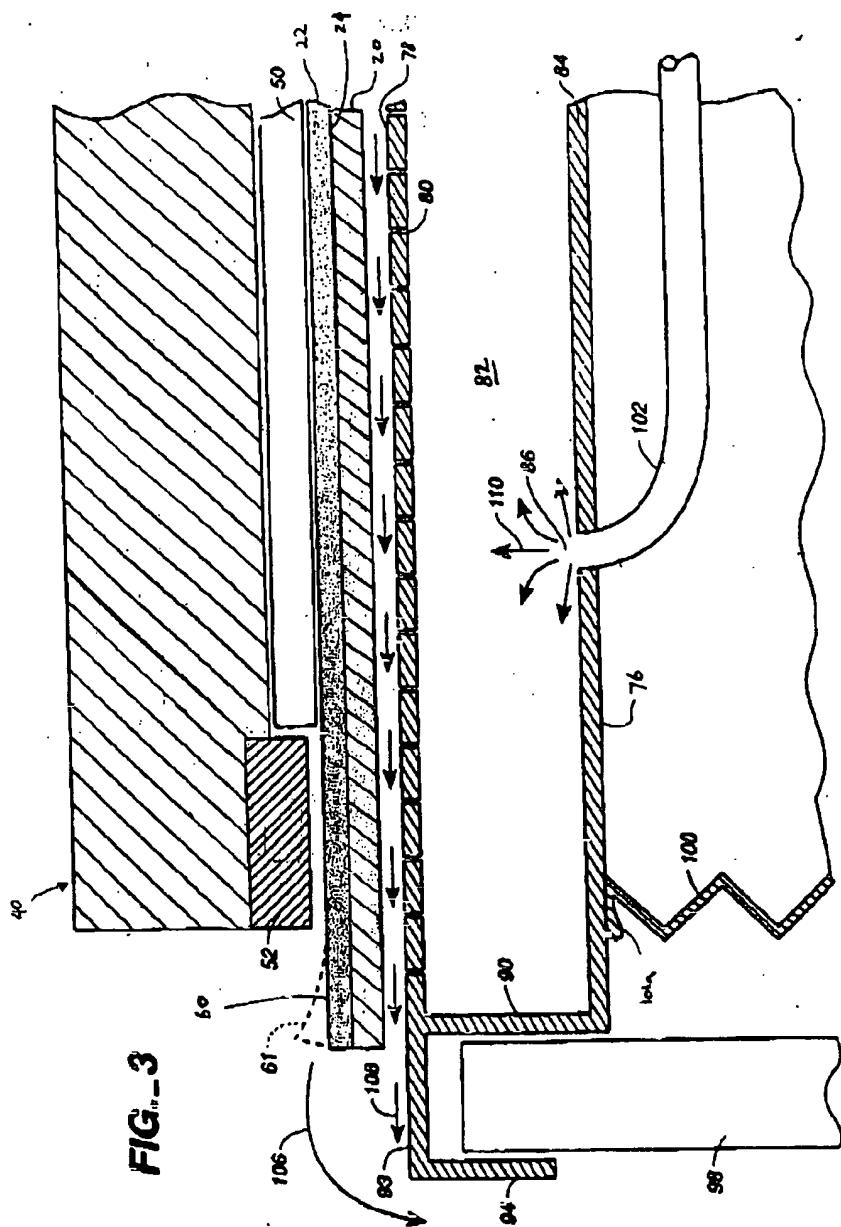
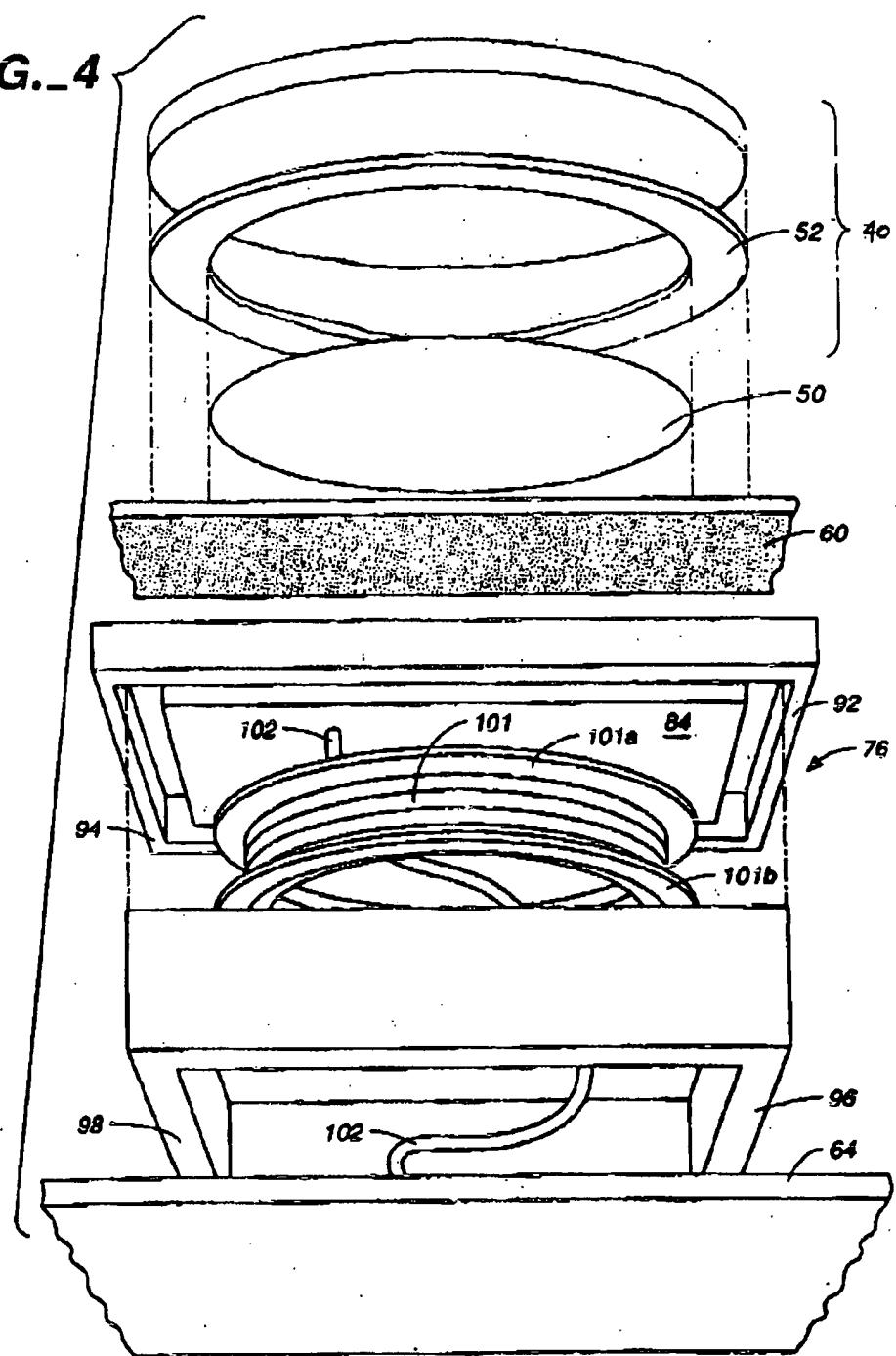


FIG._4



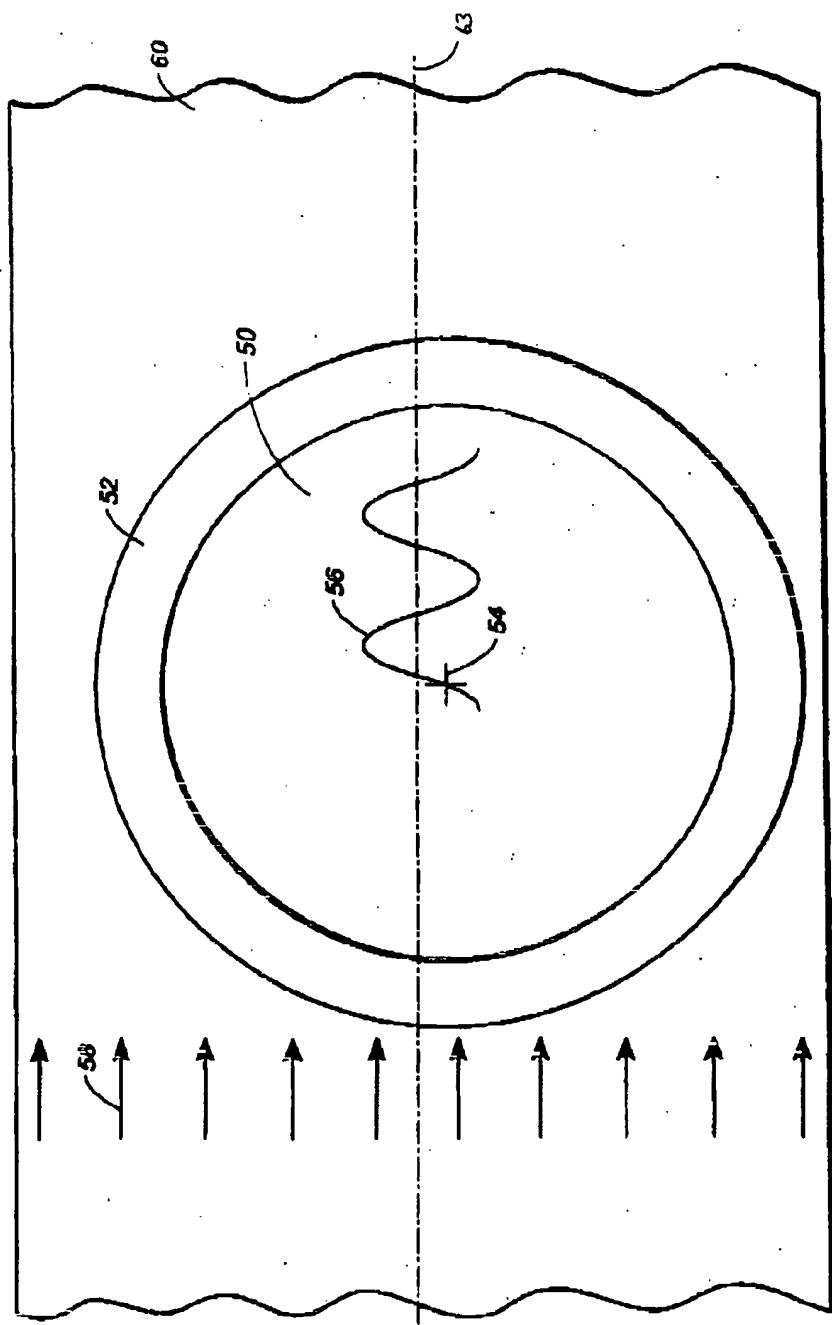


FIG. 5

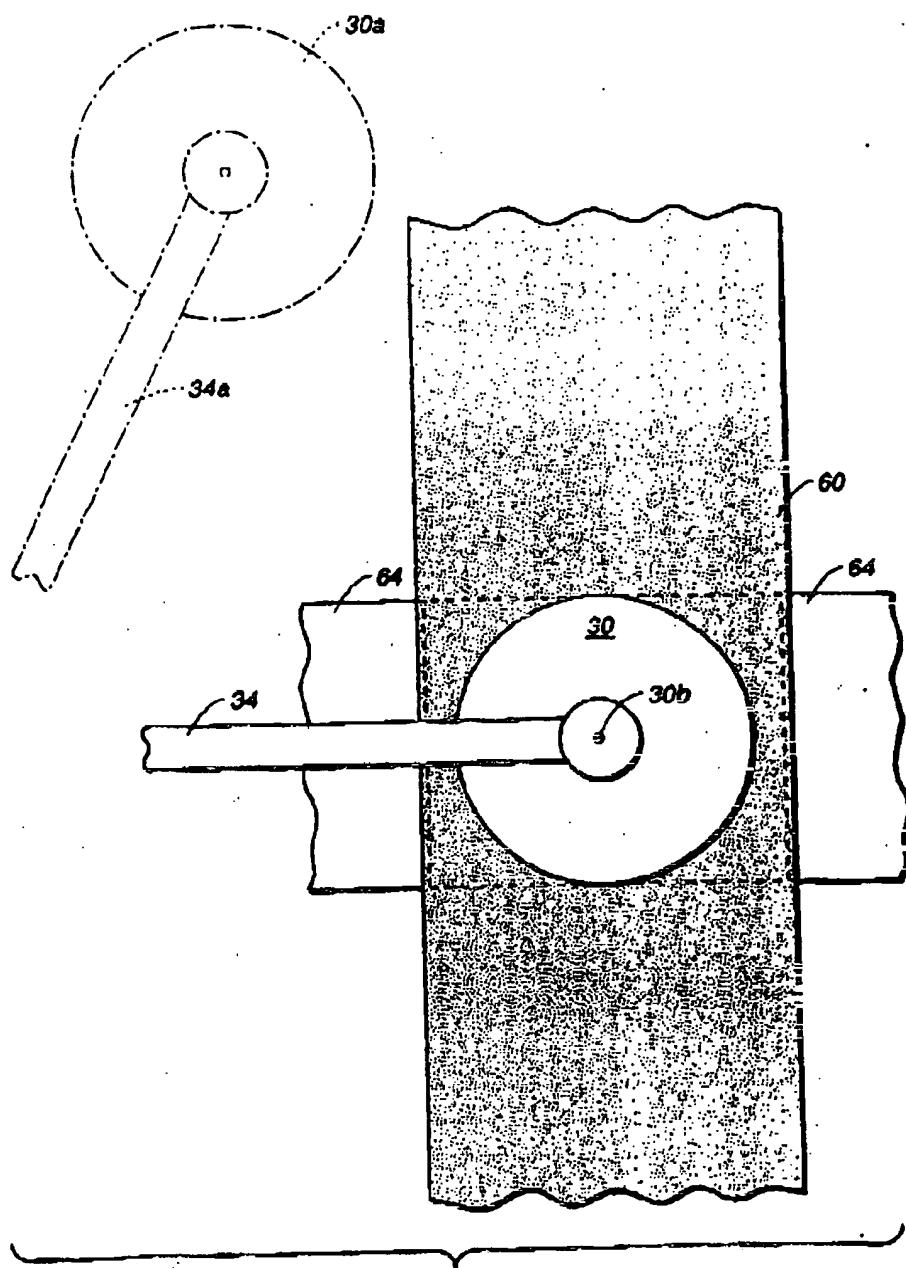


FIG.-6

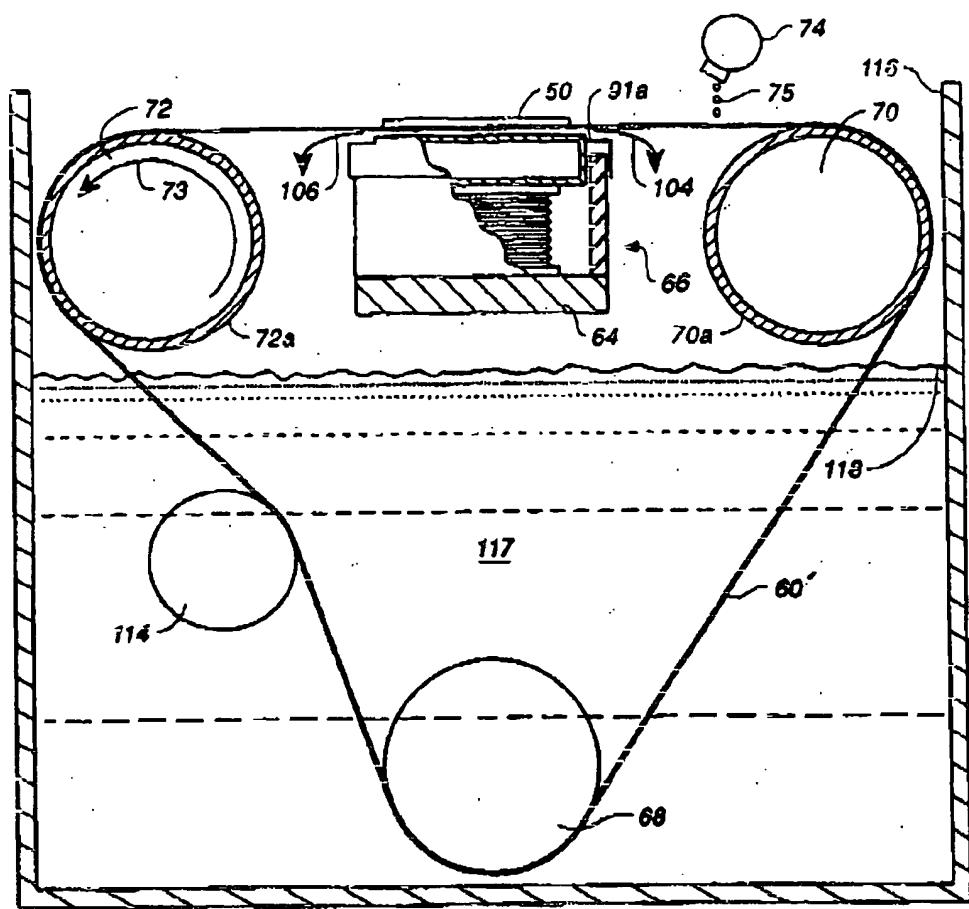


FIG. 7

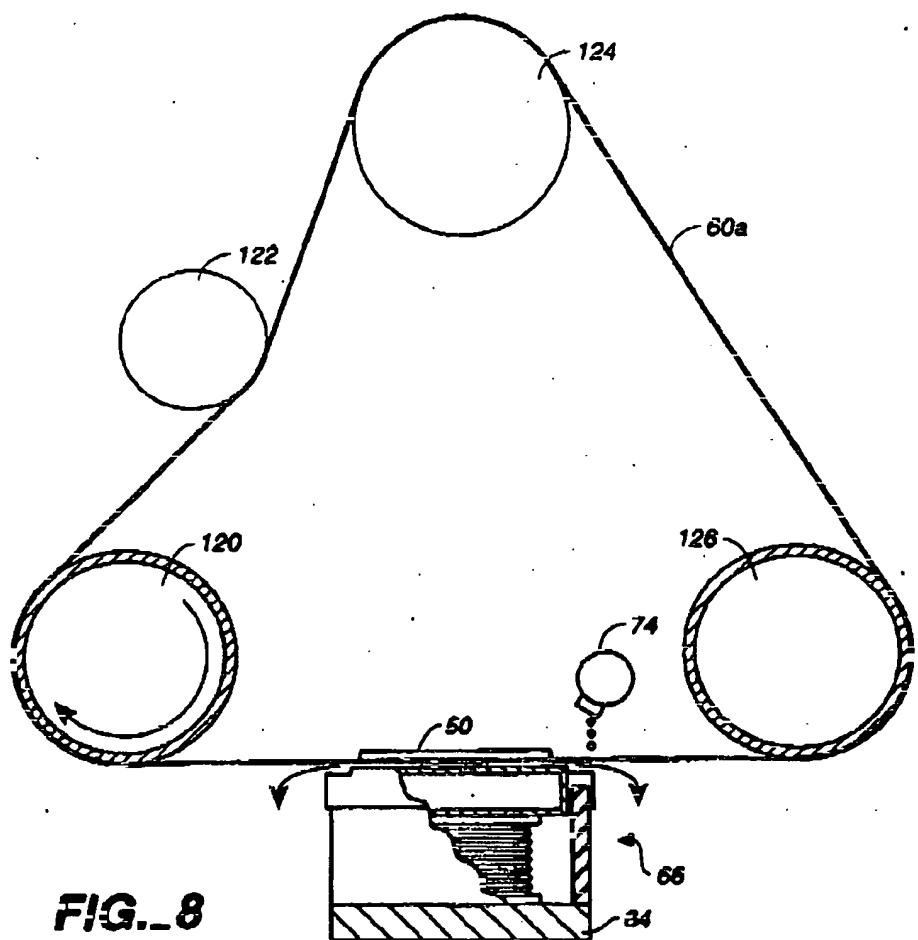


FIG. 8

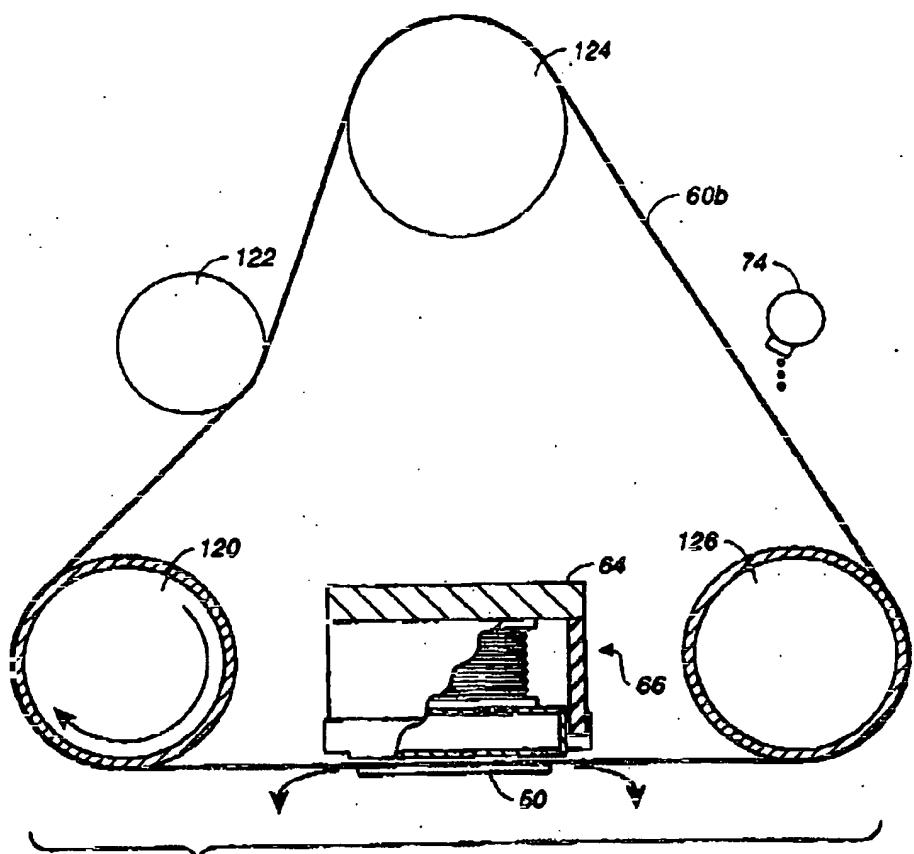


FIG. 9

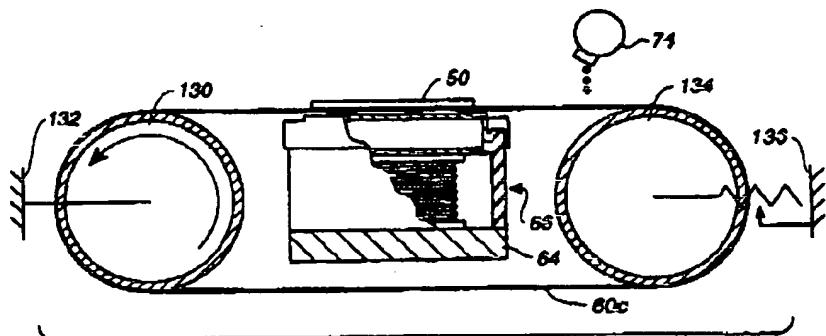


FIG. 10

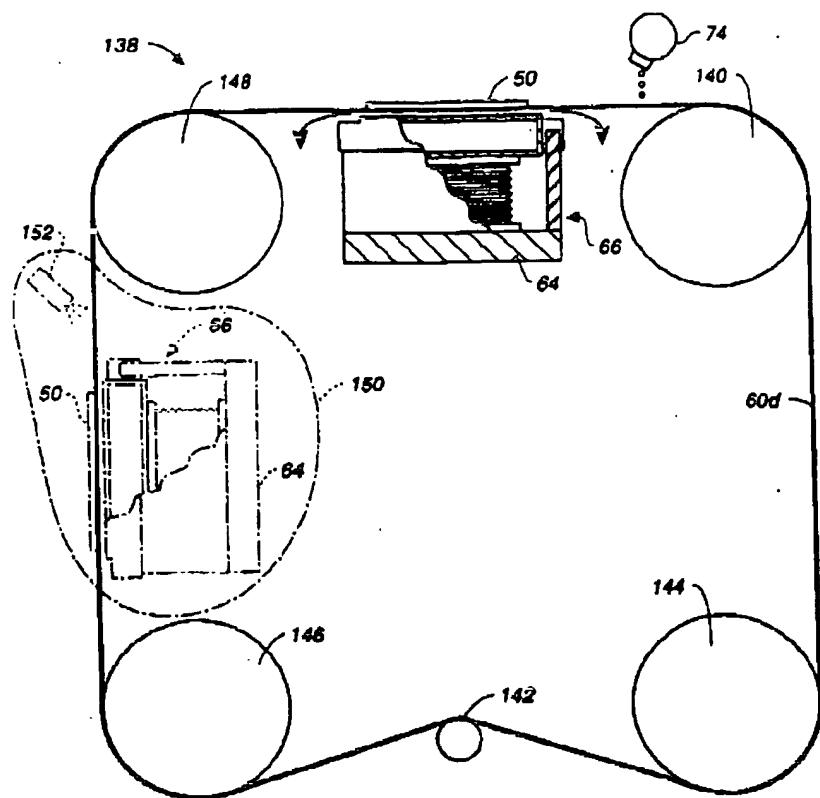


FIG. 11

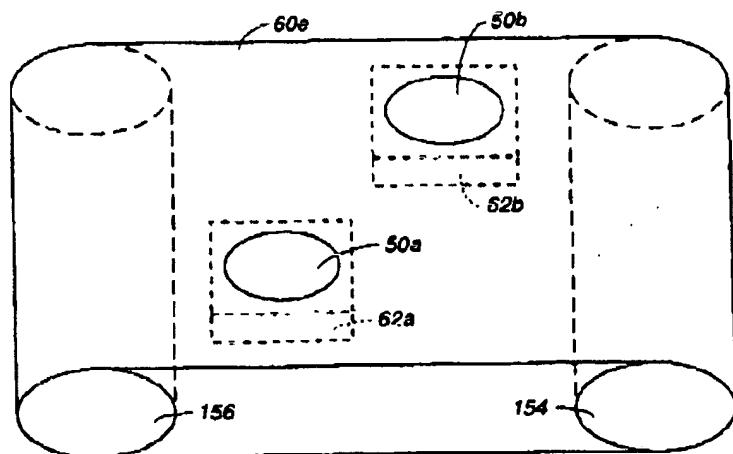


FIG. 12

I Abstract

A chemical mechanical polishing apparatus includes a substrate holder to hold a substrate, a continuous polishing belt, and a backing member. The polishing belt includes a first layer formed of a fixed-abrasive polishing material and having a first side, and a second layer formed of a flexible membrane material and having a second side. The belt is configured so that in use the first side of the belt contacts at least a portion of the substrate held by the substrate holder while the membrane is moving in a first direction in a generally linear path relative to the substrate. The backing member is positioned on the second side of the membrane.

2 Representative Drawing Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.